

Internationaler LARSIM Anwenderworkshop 2020

Möglichkeiten der Nutzung von Fernerkundungsblattflächenindex in LARSIM

Dr. N. Stahl-van Rooijen (LfU BY), Julia Krumm (HYDRON),
Kilian Krüger (LfU BY), Dr. Ingo Haag (HYDRON)



3 Testgebiete: EZG Große Dhünnalsperre (NRW) und Passaúna Talsperre (Paraná, Brasilien) (HYDRON), EZG Regen synthetisch (BY) (LfU BY)

Zielsetzung

→ Vereinfachung bei der Modellerstellung, Verbesserung der Modellierung

Methodik

→ A) reales EZG NRW: Nutzung des flächendetaillierten LAI mit Jahresverlauf aus der Fernerkundung vs. Standardparametrisierung aus der Literatur

→ B) synthetische EZG (abgeleitet aus Regen EZG): Theoretische Sensitivitätsanalyse Einfluss des LAI auf den Hochwasserscheitel

Ergebnisse

→ Testgebiet NRW

→ Parametersensitivitäten

A) Ausgangslage u. Modellgebiet

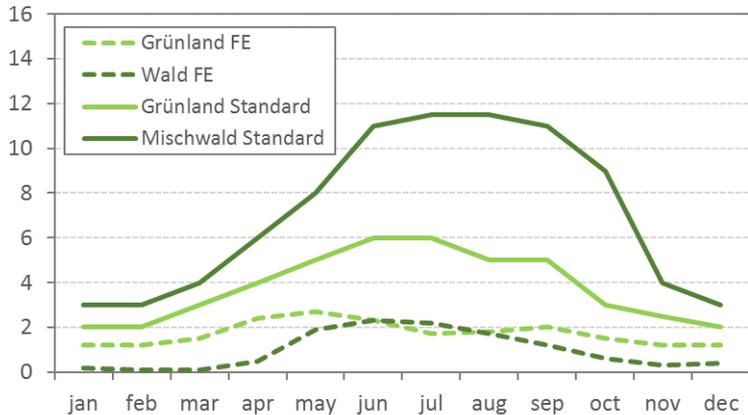
- BMBF-gefördertes Forschungsprojekt u.a. mit Fokus auf multi-disziplinärer Datenakquise
- Untersuchungsgebiete: EZG Große Dhünntalsperre (NRW) und Passaúna Talsperre (Paraná, Brasilien)
- hier: Auszüge von Zwischenergebnissen von LARSIM
Variantenrechnungen für Große Dhünn EZG unter Nutzung von Fernerkundungsdaten zur Landnutzungs- und Verdunstungsparametrisierung, v.a. Blattflächenindex (LAI)
- LARSIM-Modell für Große Dhünntalsperre basiert auf Ausschnitt des WHM NRW (LANUV) u. wurde im Projekt verfeinert und angepasst

A) Modellvarianten

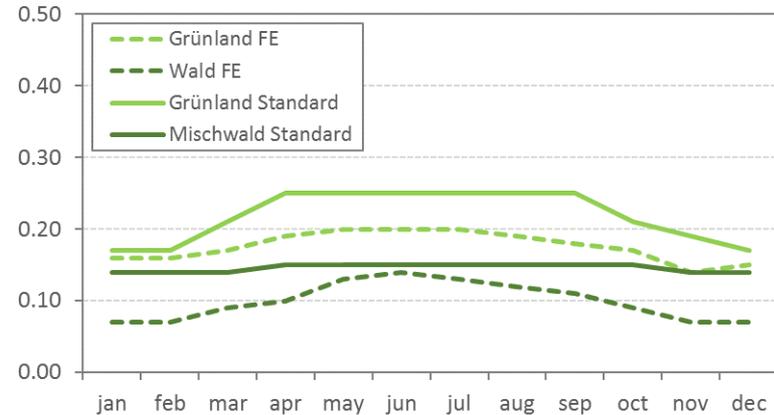
- Variante 1 (Ausgangsvariante): Landnutzungsdatensatz stammt aus Fernerkundungsdaten (Sentinel2), den darin enthaltenen Landnutzungsklassen wurden in der lanu.par (für alle vier Parameter LAI, Albedo, effektive Bestandshöhe, Oberflächenwiderstand) Standard-LARSIM-Werte zugeordnet
- Variante 2: entspricht Ausgangsvariante, außer hinsichtlich LAI; LAI wurde aus FE-Daten landnutzungsspezifisch abgeleitet und ersetzt in dieser Variante die Standard-LARSIM-Werte
- Variante 3: entspricht Variante 2, außer hinsichtlich Albedo; in dieser Variante stammen sowohl LAI als auch Albedo aus FE-Daten

A) Verdunstungsparametrisierung der Varianten

Blattflächenindex



Albedo



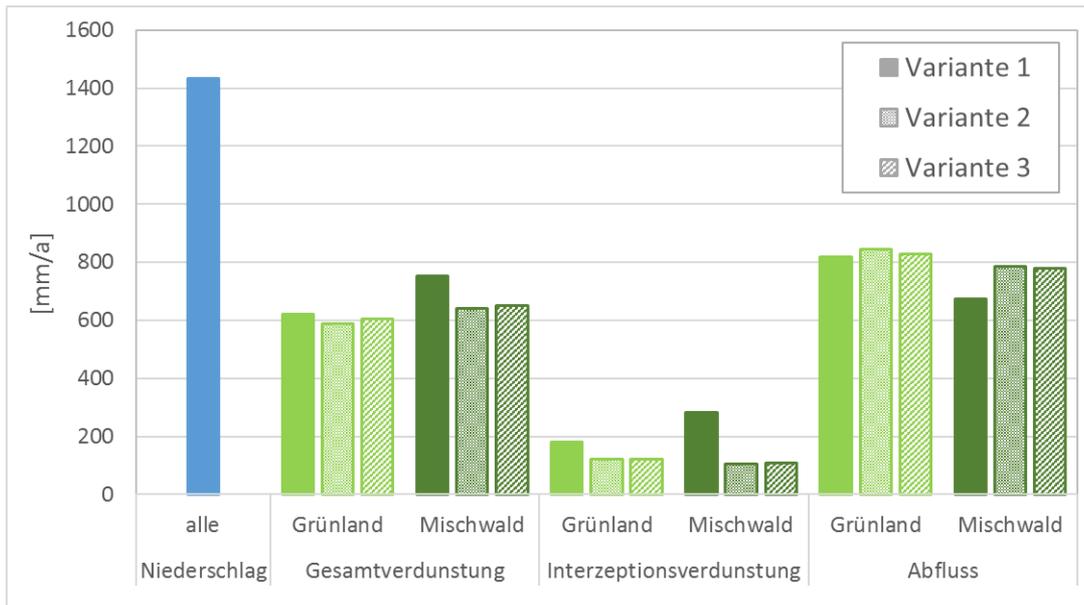
- LAI: große Unterschiede in Werten, Standard-LARSIM-Werte generell höher; Beispiel Wald: Standard-LARSIM-Werte am oberen Ende des in Literatur zu findenden Wertebereichs, FE-Werte am unteren Ende
- Anmerkung: FE-Werte für Wald erscheinen unplausibel niedrig. Sie werden aktuell diskutiert u. ggf. noch überarbeitet, Zwischenstand trotzdem hilfreich, um Sensitivität von LARSIM darzustellen

- Albedo: FE-Werte mit ausgeprägterem Jahresgang; relative Unterschiede zwischen Landnutzungen in beiden Datensätzen ähnlich (Mischwald << Grünland)

A) Ergebnisse der Modellvarianten für ein TGB

- einheitliche Bodenparametrisierung für ein TGB im EZG der Großen Dhünntalsperre
- Auswertung der langjährigen, mittleren Aufteilung des Niederschlags in Gesamtverdunstung und darin enthaltene Interzeptionsverdunstung sowie Abfluss
- bei der Interpretation zu beachten: das Gebiet weist überdurchschnittliche Niederschlagshöhen auf (Bergisches Land)

A) Ergebnisse der Modellvarianten für ein TGB



- Grünland: geringe Unterschiede in Gesamtverdunstung u. Abfluss, obwohl Unterschiede in Interzeptionsverdunstung durch LAI
- Mischwald: deutlich geringere Interzeptions- u. Gesamtverdunstung durch deutlich niedrigere FE-LAI
- Albedo beeinflusst hier Interzeptionsverdunstung praktisch nicht, sehr geringe Zunahme der Gesamtverdunstung durch geringere FE-Albedo für beide Landnutzungen

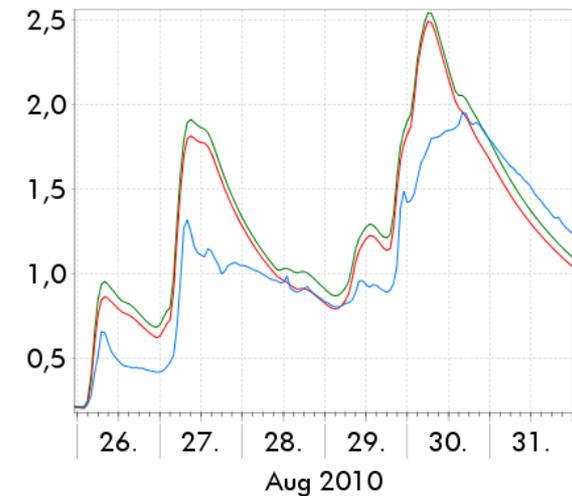
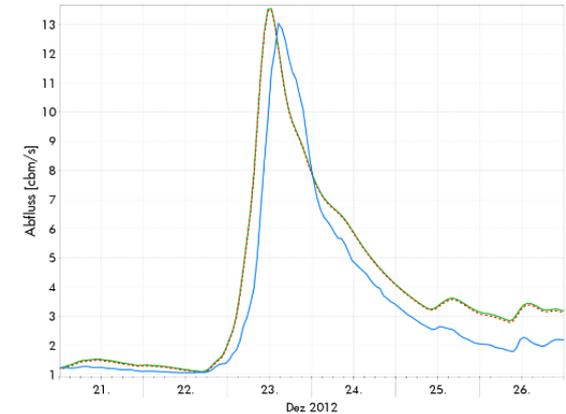
A) Ergebnisse der Modellvarianten für zwei EZG

- Untersuchung für zwei Kopfpegel im EZG der Große Dhünntalsperre:
- Pegel Unterpilghausen/Kleine Dhünn (ca. 11km²)
- Pegel Neumühle/Große Dhünn (ca. 21km²)
- Auswertung gemessener u. simulierter Ganglinien des Abfluss

A) Ergebnisse der Modellvarianten für zwei EZG

- bei Beibehaltung der Kalibrierung ergeben sich durch die veränderte Verdunstung Unterschiede in den Bilanzen der Varianten
- hier: Variante 1 höchste Gebietsverdunstung, Variante 2 und 3 geringere, ähnliche Verdunstungen
- auf Hochwasser hat die veränderte Verdunstung hier einen sehr geringen Einfluss (siehe Beispielgrafik, oben großes Winterereignis, unten kleines Sommerereignis)
- wird die Bilanz jeweils über KG angepasst, so sind die Unterschiede im simulierten Abfluss insgesamt sehr gering (siehe Tabelle)

Variante	KG [-]	Bilanz sim/gem [-]	R ² [-]	NSE [-]	NSE ln(Q) [-]	Gütemaße			
						VE [-]	KGE param. [-]	KGE mix [-]	KGE nicht-param. [-]
1	1.16	1.01	0.85	0.85	0.83	0.71	0.92	0.92	0.90
2	1.09	1.00	0.86	0.86	0.83	0.72	0.91	0.92	0.90
3	1.10	1.00	0.86	0.86	0.83	0.72	0.92	0.92	0.90



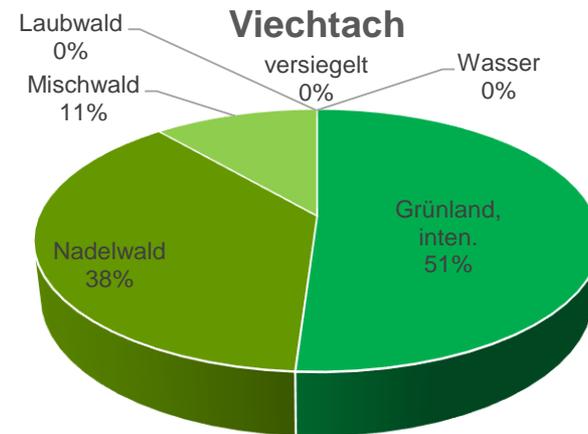
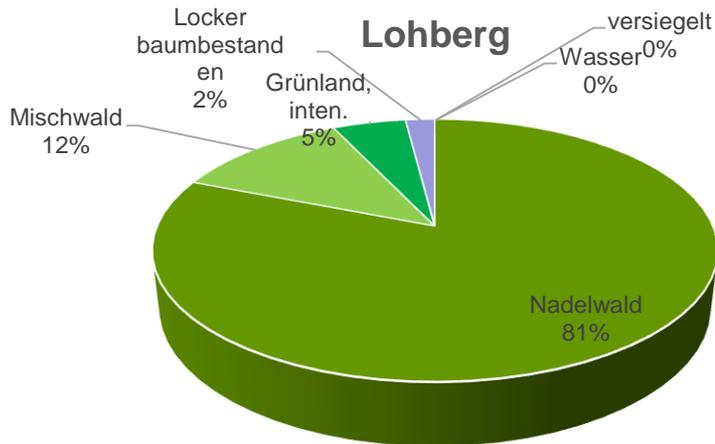
- Neumuehle Q mes
- Neumuehle Q sim Var 1 (KG=1.16)
- Neumuehle Q sim Var 3 (KG=1.16)

A) Folgerungen

- LAI beeinflusst Interzeptionsverdunstung stark
- LAI (speziell für Wälder) ist großflächig schwer zu ermitteln, Literaturangaben ergeben große mögliche Wertebereiche
- FE erlaubt prinzipiell Ableitung gebietsspezifischer LAI (und Albedo), damit LARSIM auch für Gebiete außerhalb Mitteleuropas parametrisierbar (siehe auch Krumm et al. 2019)
- wenn nur Abfluss betrachtet wird, kann LARSIM bei unterschiedlichen LAI bzw. Verdunstungsergebnissen flexibel angepasst werden und gleich gute Ergebnisse erbringen
- aber: möglichst realitätsgetreue Simulation der Verdunstung (räumliche Verteilung und Höhe) verringert Freiheitsgrade bei der Kalibrierung und damit systematische Fehleinschätzungen z.B. der Bodenfeuchte

B) Ausgangslage und Einzugsgebiet

- Pegel **Lohberg** / Weißer Regen / 40 km² ~ HQ5-HQ10
- Pegel **Viechtach** / Aitnach / 54 km² ~ HQ1



B) Modellvarianten

Landnutzung	Blattflächenindex LAI											
	Jan	Feb.	März	April	Mai	Jun	Juli	Aug.	Sept	Okt.	Nov	Dez
versiegelt	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Acker	0,3	0,3	0,3	1,0	2,3	3,7	3,8	3,5	2,4	1,2	0,3	0,3
Weinbau	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0	3,5	4,0	4,0	4,0	1,5	1,0	1,0
Intensivobstbau	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	2,5	2,0	2,0
Brache (bewachsen)	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	2,5	2,0
unversiegelt, unbewachsen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
intensives Grünland	2,0	2,0	2,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
Feuchtnähen	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	2,5	2,0
extensives Grünland	2,0	2,0	2,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
locker baumbestände	2,0	2,0	3,0	4,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	4,0	2,5	2,0
Nadelwald	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Laubwald	0,5	0,5	1,5	4,0	7,0	11	12	12	11	8,0	1,5	0,5
Mischwald	3,0	3,0	4,0	6,0	8,0	11	12	12	11	9,0	4,0	3,0
Wasser	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

%	LAI 6	LAI 12
Lohberg	-12	+77
Viechtach	+58	+216

Tabelle: Prozentuale Änderung des LAI in den Untersuchungsgebieten

Tabelle: Standard-Werte des LAI in Abhängigkeit der Landnutzung. Hervorgehoben sind dominierende Landnutzungen in den Untersuchungsgebieten

B) Modellszenarien und Analyse

Simulationen:

- Variante 1: **LAI 0** für alle Landnutzungen
 - Variante 2: **LAI 6** für alle Landnutzungen
 - Variante 3: **LAI 12** für alle Landnutzungen
- Jeweils für Sommer- und Winterereignis
- Jeweils für N50 (Sommer/Winter) und N100 (Sommer/Winter) (Anpassung KG-Faktor)

Betrachtungen:

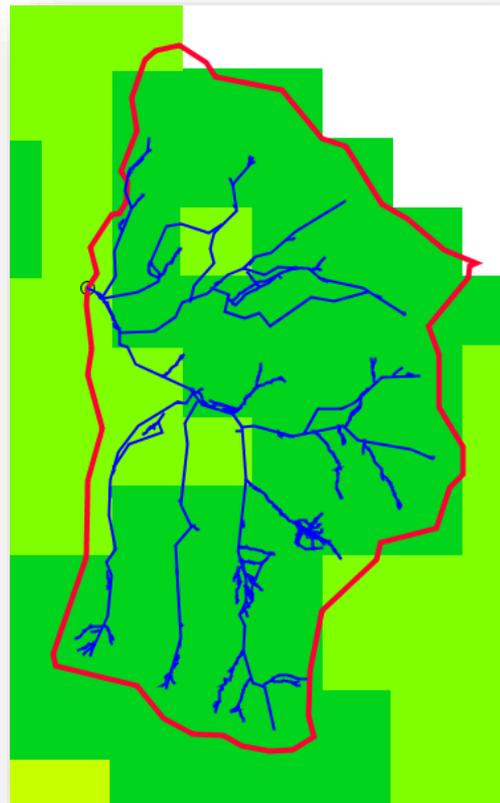
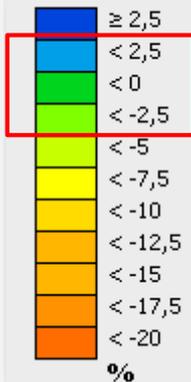
- Änderung des Bodenspeichers (rbo und hba) nach 1a Vorsimulation
- Änderung der Hochwasserscheitel bei Ereignis (nach 1a Vorsimulation)

B) Ergebnisse - Vorbedingungen

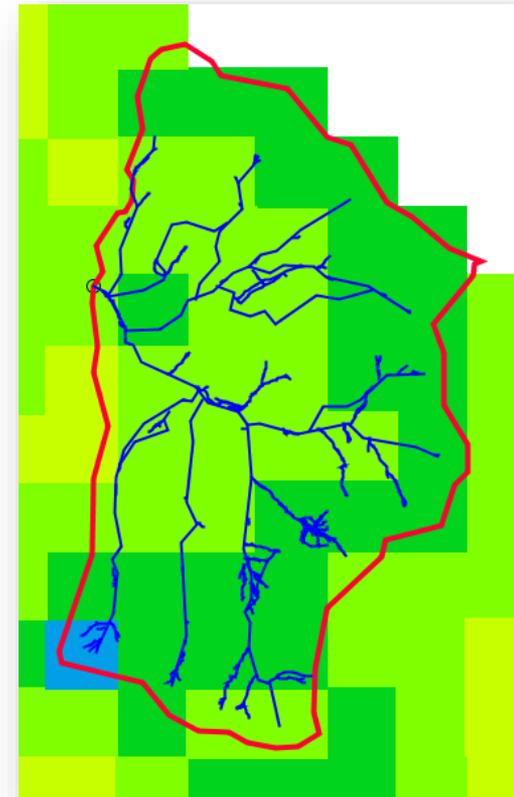
Prozentuale Änderung **relativer Bodenwasserspeicher** (%nFK-Punkte)

Lohberg
(Sommer)

Legende (akt. Karte):



LAI 6



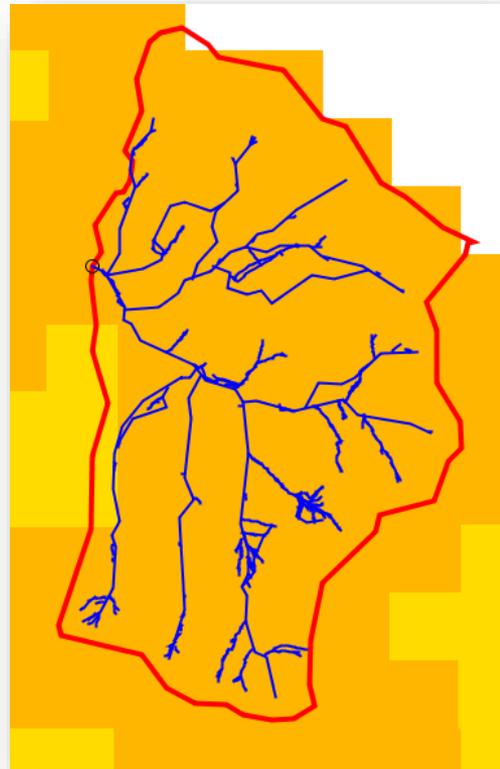
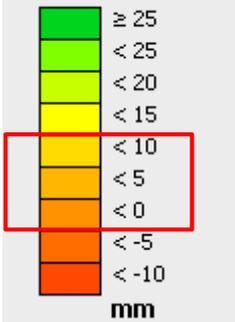
LAI 12

B) Ergebnisse - Vorbedingungen

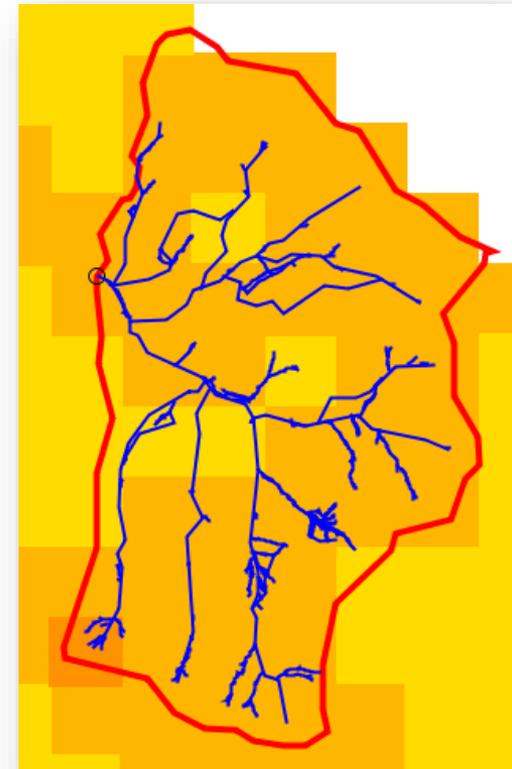
Änderung aktuell verfügbarer Bodenwasserspeicher (mm)

Lohberg
 (Sommer)

Legende (akt. Karte):



LAI 6



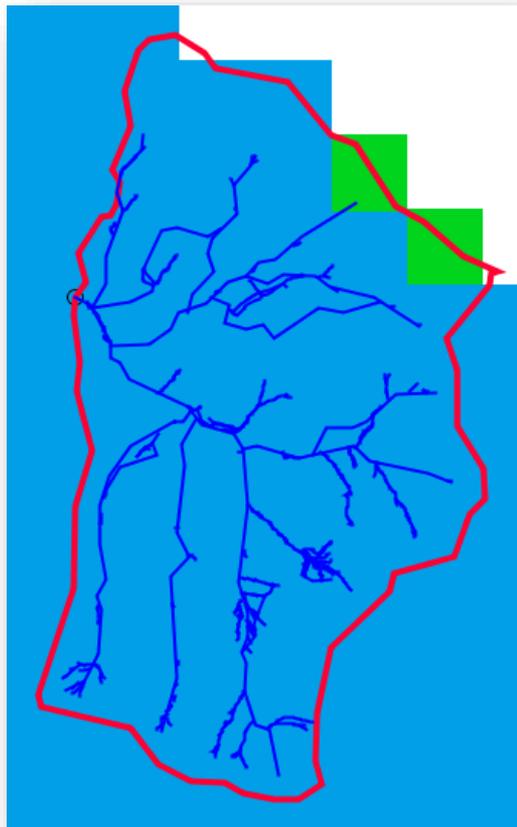
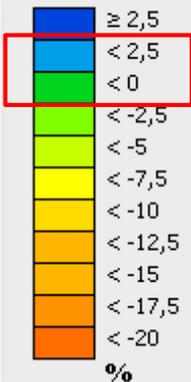
LAI 12

B) Ergebnisse - Vorbedingungen

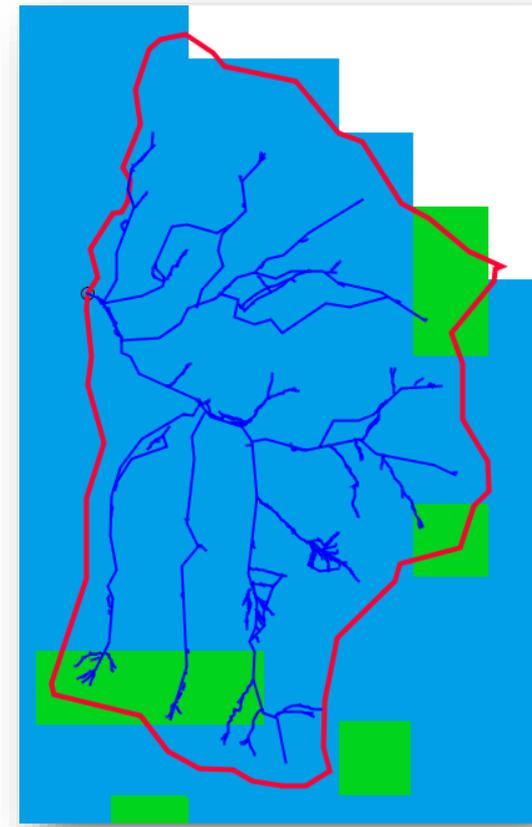
Prozentuale Änderung **relativer Bodenwasserspeicher** (%nFK-Punkte)

Lohberg
(Winter)

Legende (akt. Karte):



LAI 6



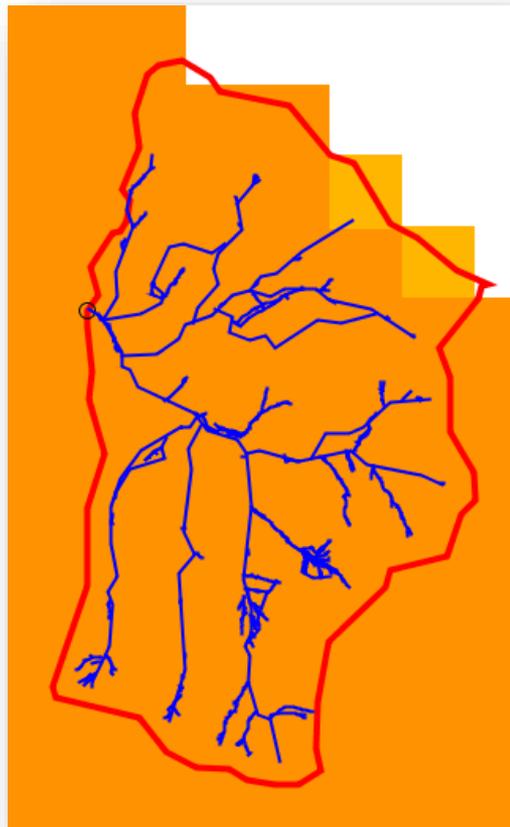
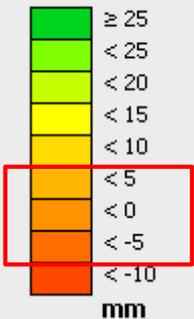
LAI 12

B) Ergebnisse - Vorbedingungen

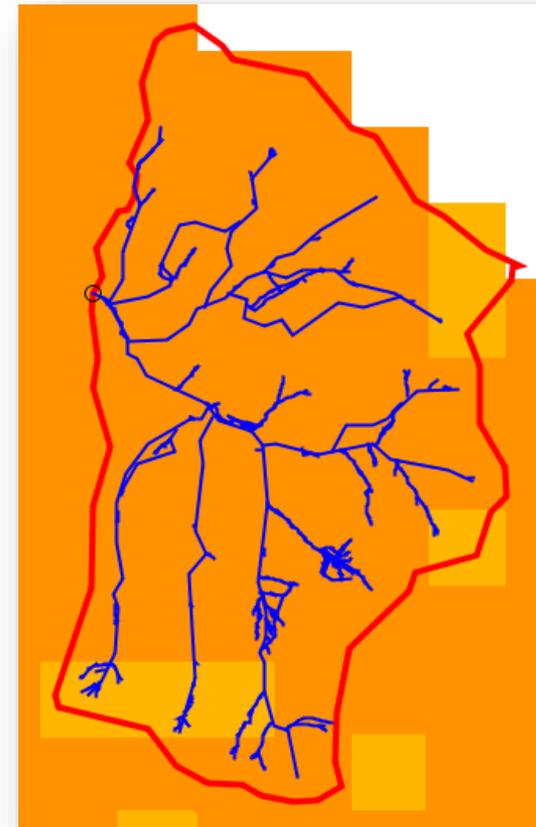
Änderung aktuell verfügbarer Bodenwasserspeicher (mm)

Lohberg
(Winter)

Legende (akt. Karte):



LAI 6



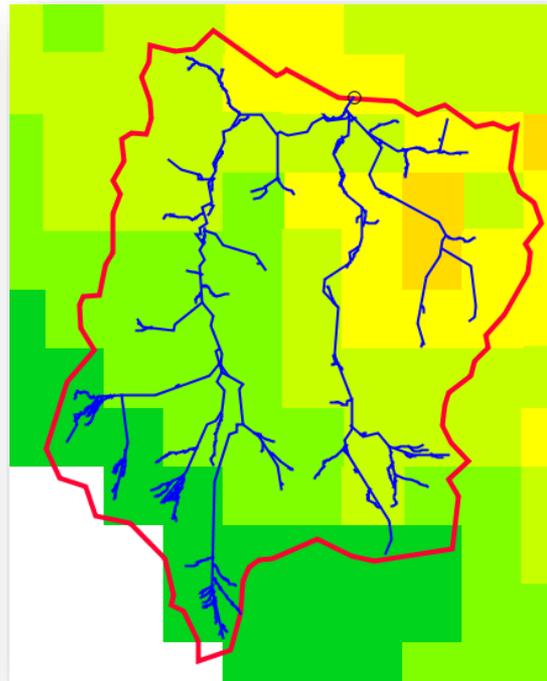
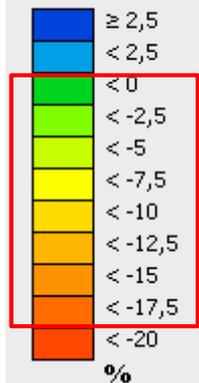
LAI 12

B) Ergebnisse - Vorbedingungen

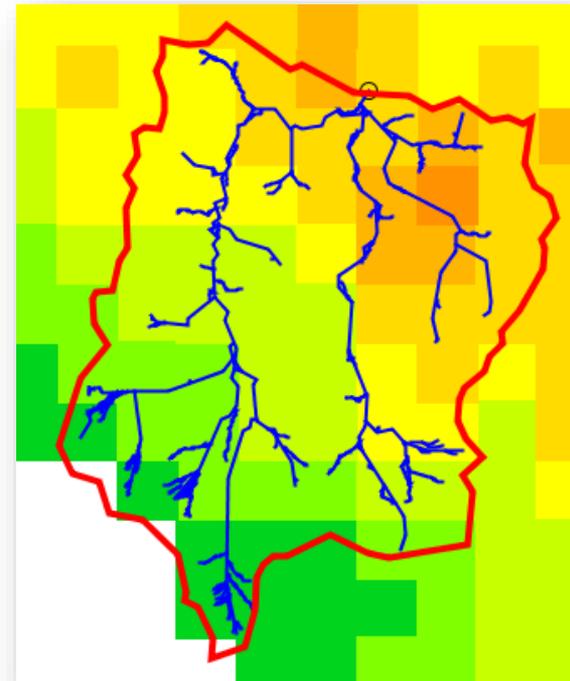
Prozentuale Änderung relativer Bodenwasserspeicher (%nFK-Punkte)

Viechtach
 (Sommer)

Legende (akt. Karte):



LAI 6



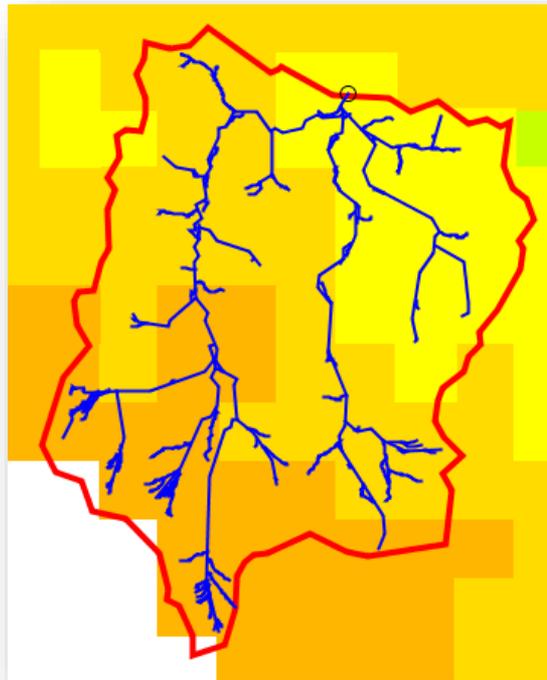
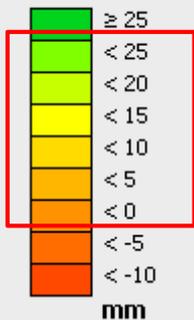
LAI 12

B) Ergebnisse - Vorbedingungen

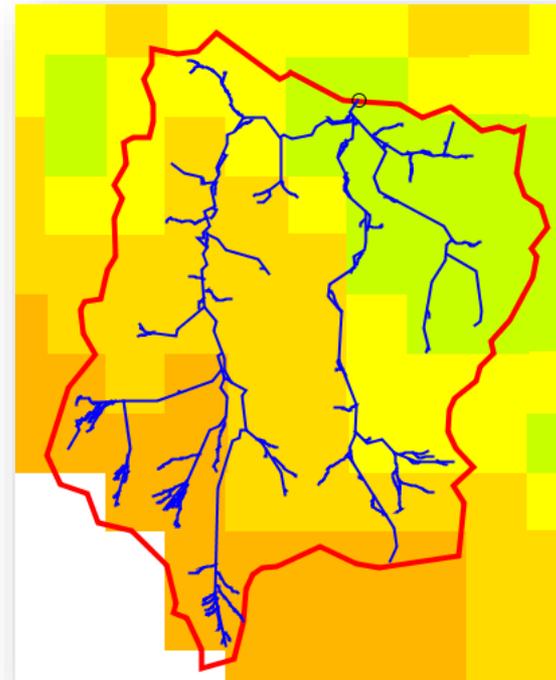
Änderung aktuell verfügbarer Bodenwasserspeicher (mm)

Viechtach
 (Sommer)

Legende (akt. Karte):



LAI 6



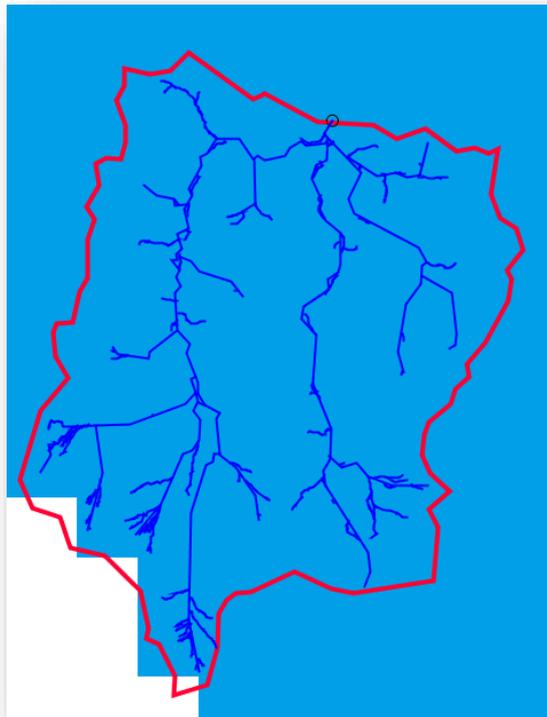
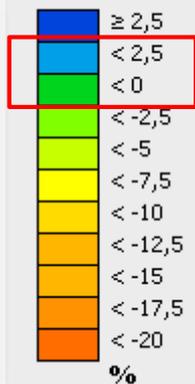
LAI 12

B) Ergebnisse - Vorbedingungen

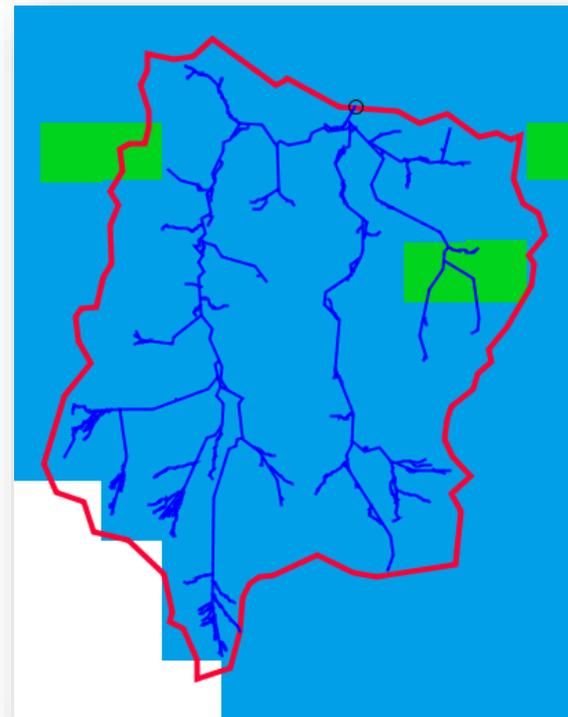
Prozentuale Änderung **relativer Bodenwasserspeicher** (%nFK-Punkte)

Viechtach
 (Winter)

Legende (akt. Karte):



LAI 6

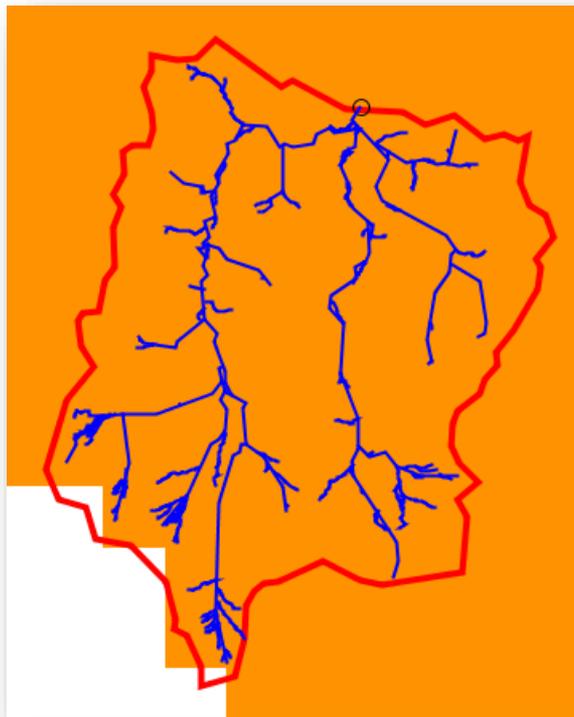
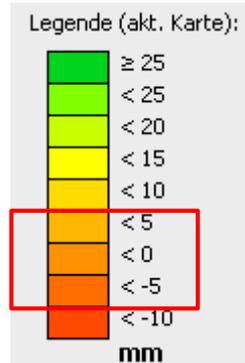


LAI 12

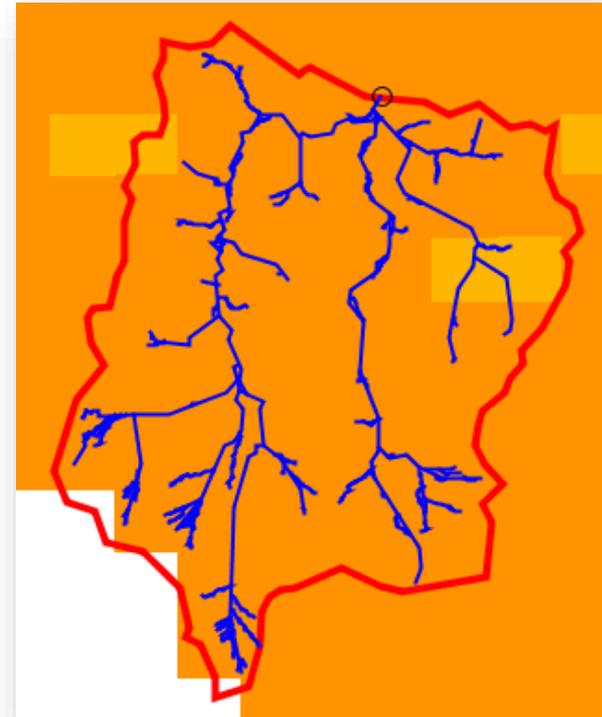
B) Ergebnisse - Vorbedingungen

Änderung aktuell verfügbarer Bodenwasserspeicher (mm)

Viechtach
 (Winter)

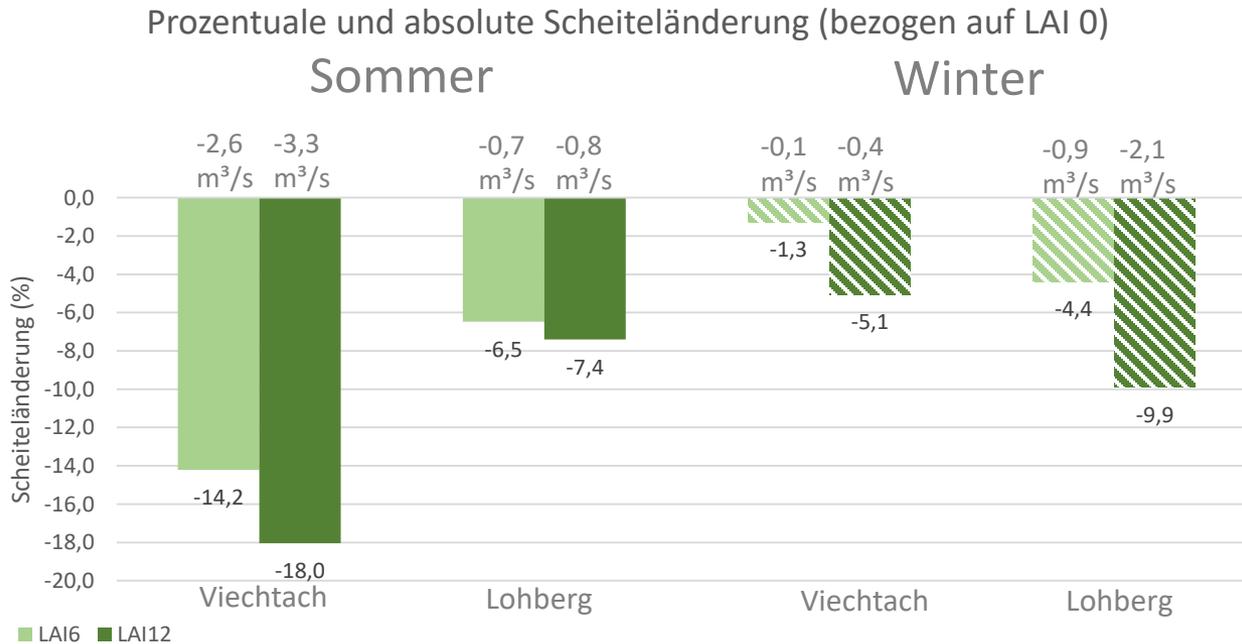


LAI 6



LAI 12

B) Ergebnisse



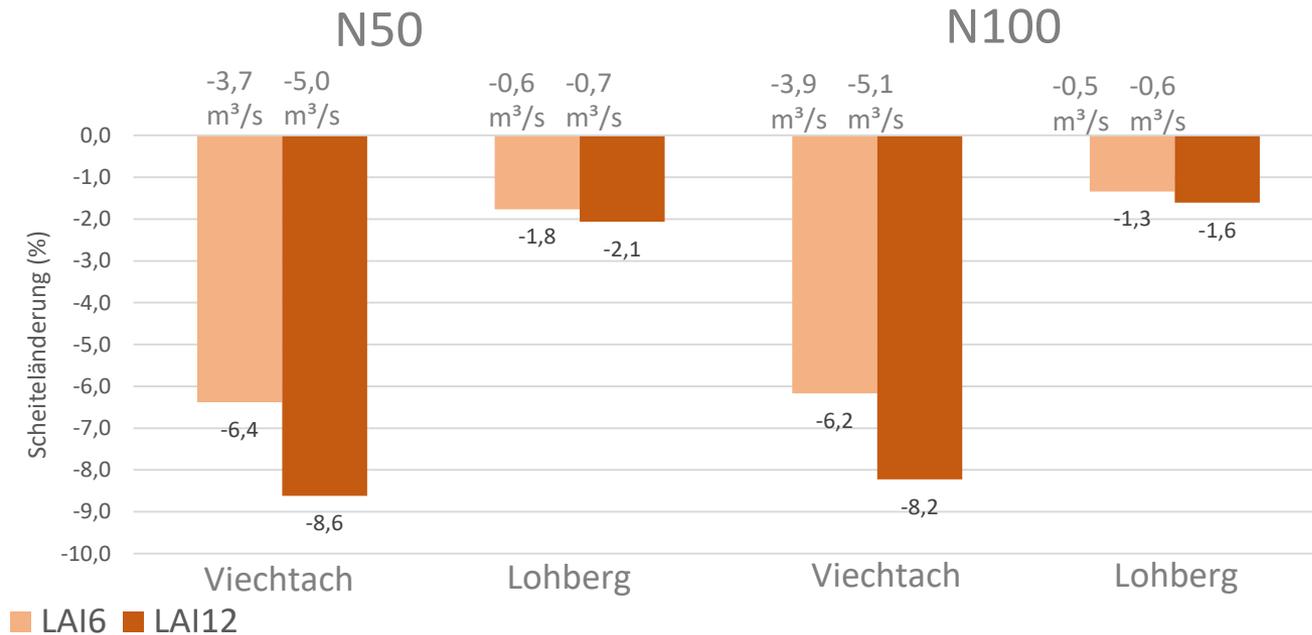
Q (0/6/12) (m³/s)	Sommer	Winter
Lohberg	10,8 / 10,1 / 10	21,2 / 20,3 / 19,1
Viachtach	18,3 / 15,7 / 15	7,9 / 7,8 / 7,5

Simulierte Hochwasserscheitel für jeden LAI-Lauf

B) Ergebnisse

Prozentuale und absolute Scheiteländerung (bezogen auf LAI 0)

Sommer



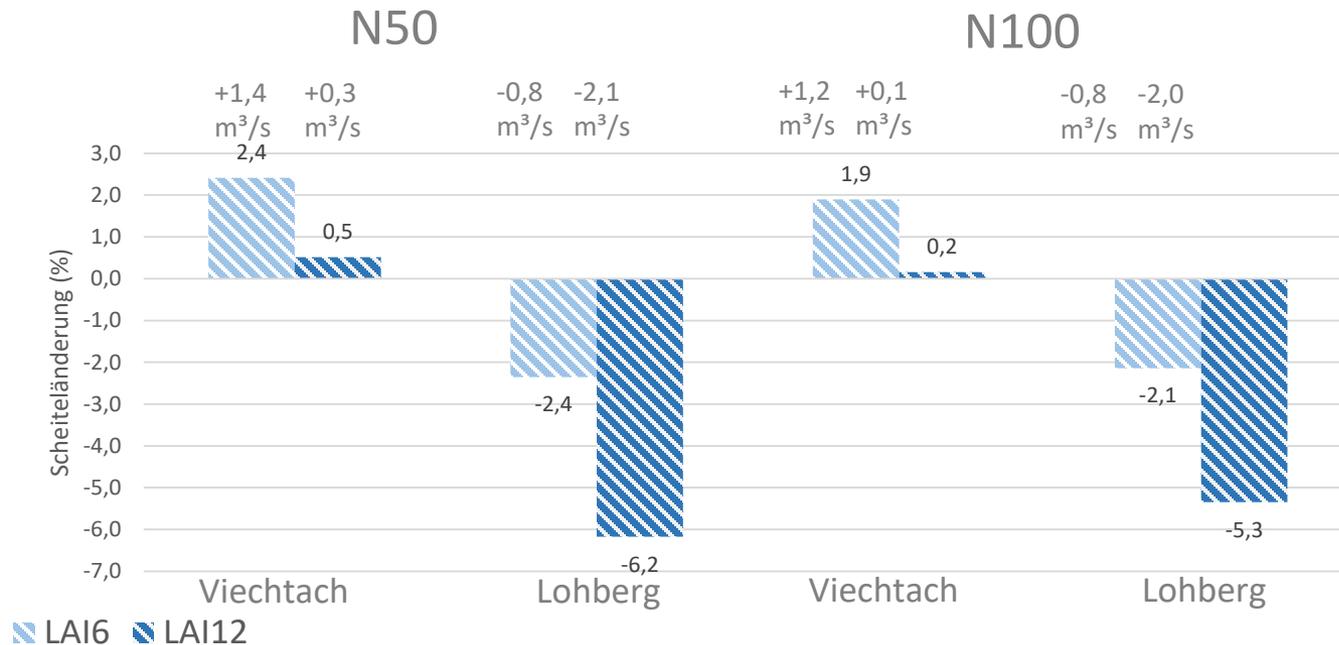
D72h	N50 (mm)	Q (0/6/12) (m³/s)	N100	Q (0/6/12) (m³/s)
Lohberg	185	34 / 33,4 / 33,3	204	37,4 / 36,9 / 36,8
Viechtach	118	58 / 54,3 / 53	129	63,2 / 59,3 / 58

KOSTRA-Niederschläge für die betrachteten Einzugsgebiete und simulierte Hochwasserscheitel für jeden LAI-Lauf

B) Ergebnisse

Prozentuale und absolute Scheiteländerung (bezogen auf LAI 0)

Winter



D72h	N50 (mm)	Q (0/6/12) (m³/s)	N100	Q (0/6/12) (m³/s)
Lohberg	185	40,3 / 39,5 / 38,2	204	45,8 / 45 / 43,8
Viechtach	118	74,1 / 75,5 / 74,4	129	89 / 90,2 / 89,1

KOSTRA-Niederschläge für die betrachteten Einzugsgebiete und simulierte Hochwasserscheitel für jeden LAI-Lauf

B) Folgerungen

Bodenwasserspeicher:

- Mit zunehmenden LAI verringert sich Bodenspeicherfüllung
- Im Winter geringerer Einfluss des LAI als im Sommer (Verdunstung)
- Änderung im Bereich **-2,5 % bis 2,5 %** (Winter) bzw. **-17,5 bis 0** (Sommer) %-Punkte nFK
- Änderungen im Bereich **-5 mm bis +10 mm** bzw. **0 mm bis +15 mm** verfügbarer Bodenspeicher
- Bei Viechtach: Unterschiede zwischen LAI 6 und LAI 12 deutlicher und Änderungen im Gebiet innerhalb eines Laufes (LAI) differenzierter als bei Lohberg (Viechtach insgesamt höhere Abflusspende im Gebiet)

Hochwasserscheitel:

- Höherer LAI bewirkt größere Scheitelreduzierung, Effekt ist im Sommer und bei kleineren Ereignissen stärker ausgeprägt
- Scheiteländerungen der simulierten Ereignisse (~HQ1 bis ~HQ10) zwischen **-1,3 %** und **-18 %**
- Bei N50 und N100 (~HQ50 bzw. ~HQ100) Scheiteländerungen zwischen **-1,3 %** bis **-8,6 %** (Sommer) und **+2,4 bis -6,2 %** (Winter)
- Im Winter bei Viechtach Scheitelerhöhung zwischen **0,2 %** und **2,4 %** (Effekt Interzeption?)

Fazit:

- Einfluss auf Bodenwasserspeicher vorhanden / In der Folge Einfluss auf Hochwasserscheitel
- Ggf. genauere Analysen mit synthetischen Gebieten

B) Ausblick

- Sensitivitätsanalyse Parameter LAI für Regeneinzugsgebiet auf numerischer Basis im Projekt HydroBits geplant (2. Quartal)